

Tópico: 06. Corrosión, protecciones y electroquímica.

Extractos naturales como “inhibidores verdes” de la corrosión del acero

S. Bogdan^{a,b}, S. Roselli^{a,b}, R. Romagnoli^{a,c}, C. Deyá^{a,c}

^aCIDEPINT-Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas (CIC-CONICET) calle 52 e/121 y 122, la Plata, CP:1900, Argentina.

^bBecaria CONICET

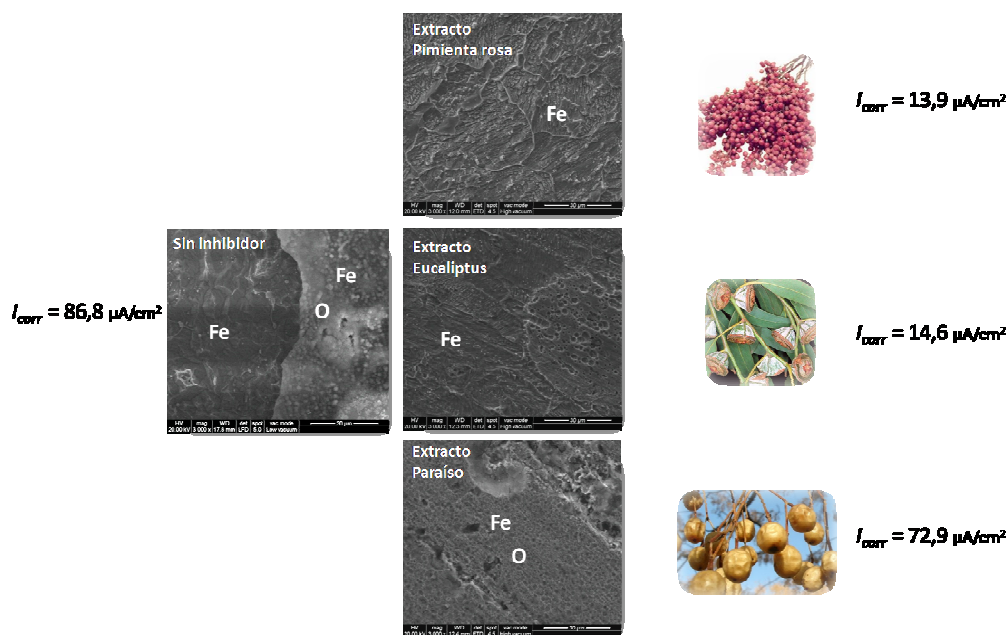
^cInvestigador CONICET, docente UNLP- Universidad Nacional de La Plata

Email: estelectro4@cidepint.gov.ar , estelectro3@cidepint.gov.ar, estelectro@cidepint.gov.ar, estelectro2@cidepint.gov.ar

Preferencia de presentación (oral o póster): Póster

Palabras Claves: corrosión, inhibidores naturales, extractos, electroquímica.

Resumen Grafico:



Los extractos de Melia azedarach (fruto), schinus molle (fruto), Eucaliptos globulus (hojas), se obtuvieron por maceración.

Las velocidades de corrosión se calcularon a partir de las curvas de polarización a las 24 h de inmersión de los sustratos de acero en las soluciones del inhibidor.

Tópico: 06. Corrosión, protecciones y electroquímica.

Extractos naturales como “inhibidores verdes” de la corrosión del acero

S. Bogdan^{a,b}, S. Roselli^{a,b*}, R. Romagnoli^{a,c}, C. Deyá^{a,c}

^aCIDEPINT-Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas (CIC-CONICET) calle 52 e/121 y 122, la Plata, CP:1900, Argentina.

^bBecaria CONICET

^cInvestigador CONICET, docente UNLP- Universidad Nacional de La Plata

*Autor correspondiente. Dirección de correo electrónico: estelectro3@cidepint.gov.ar

ABSTRACT

Corrosion is an inevitable process of metal deterioration, but feasible to be controlled. Although various methods can be employed for this purpose, the use of organic coatings or soluble inhibitors in the corrosive medium are a commonly alternative because of their low cost, easy implementation and maintenance. As traditional inhibitors of the corrosion process are toxic, there is an increasing interest in exploring new efficient, economic and ecofriendly inhibitors.

The aim of this study is to evaluate ethanolic extracts of eucalyptus (*Eucalyptus globulus*), pink peppercorns (*Schinus molle*) and paradise (*Melia azedarach*) as steel corrosion inhibitors in sodium chloride medium [1,2].

To evaluate the anticorrosive efficiency, polarization curves of SAE 1010 steel were carried out at 2h and 24h of immersion in 6.6 % v / v of each of the extracts in 0.5M NaCl. A solution of 6.6 % v / v of ethanol in 0.5M sodium chloride was used as a blank. Steel corrosion potential in the inhibitory ethanolic solutions was monitored during 24h. Afterwards, the exposed area was observed by SEM and its element composition determined by EDX analysis.

Results show that extracts of eucalyptus and of pink peppercorns reduce steel corrosion rate about six times, although the corrosion potential is shifted to more negative values in the case of eucalyptus. Paradise extract shifted steel corrosion potential to more positive values, but no significant changes were detected in the corrosion rate when compared with the blank.

Extracts of eucalyptus and pink peppercorns could be used as soluble corrosion inhibitors of steel or they could be incorporated in the formulation of an anticorrosive paint.

Keywords: corrosion, natural inhibitors, extracts, electrochemistry.

RESUMEN

La corrosión es un proceso de deterioro o destrucción de metales que, aunque inevitable, es factible de ser controlado. Diversos métodos pueden ser empleados para tal fin, aunque el empleo de cubiertas orgánicas y/o inhibidores solubles en el medio corrosivo son las alternativas comúnmente utilizadas debido a sus bajos costos, fácil aplicación y mantenimiento. Debido a la toxicidad de las sustancias tradicionalmente utilizadas como inhibidoras del proceso corrosivo, hay un creciente interés en explorar inhibidores eficientes, económicos y amigables con el medio ambiente.

El objetivo de este trabajo es evaluar extractos etanólicos de eucalipto (*Eucalyptus glóbulus*), pimienta rosa (*Schinus molle*) y paraíso (*Melia azedarach*) como inhibidores de la corrosión del acero en medio con cloruro de sodio [1,2].

Para evaluar la eficiencia anticorrosiva se realizaron curvas de polarización del sustrato (acero SAE 1010) a las 2h y 24h de inmersión, en 6,6 % v/v de cada uno de los extractos en NaCl 0,5M. Como blanco se utilizó una solución de 6,6 %v/v de etanol en cloruro de sodio 0,5M. Asimismo, se realizaron medidas de potencial de corrosión y observaciones mediante microscopía electrónica de barrido y análisis EDX de las superficies metálicas luego de 24 hs de inmersión en las distintas suspensiones.

Los resultados muestran que los extractos de eucalipto y de pimienta rosa reducen la velocidad de corrosión del acero alrededor de seis veces respecto al blanco, aunque, el potencial de corrosión se ve desplazado hacia valores más negativos en el caso del eucalipto. El agregado de extracto de paraíso a la suspensión modifica el potencial de corrosión del acero hacia valores más positivos aunque no se observaron cambios significativos respecto al blanco en la velocidad de corrosión.

De aquí se desprende que los extractos de eucalipto y pimienta rosa podrían ser utilizados como inhibidores solubles de la corrosión del acero o bien ser incorporados en la formulación de una pintura anticorrosiva.

Palabras Clave: corrosión, inhibidores naturales, extractos, electroquímica.

1. Introducción

Diversos métodos pueden ser empleados para controlar el proceso de deterioro o destrucción de metales denominado corrosión. El empleo de cubiertas orgánicas y/o inhibidores solubles en el medio corrosivo son las alternativas comúnmente utilizadas debido los bajos costos, fácil aplicación y mantenimiento.

Los pigmentos anticorrosivos a base de fosfatos [1-3] están siendo cuestionados debido a que el anión causa eutroficación en reservas de agua dulce y, además, algunos de ellos poseen cationes pesados como cinc o estroncio cuyo uso también ha sido restringido. Entre las alternativas para reemplazar total o parcialmente estos pigmentos se encuentran los benzoatos de cationes metálicos, las sílices intercambiadas con iones pasivantes como cerio y lantano y los extractos naturales entre otros.

Los extractos vegetales son una mezcla compleja de diferentes compuestos, a menudo estrechamente relacionados. Entre ellos se puede mencionar un grupo ampliamente distribuido en el reino vegetal, los polifenoles (familia que incluye los taninos, flavonoides, terpenoides, entre otros), muchos de estos compuestos pueden actuar como inhibidores orgánicos de la corrosión (Kesavan et. al., 2012). Los extractos vegetales, así como los aceites esenciales, están ganando cada vez más relevancia entre los científicos, pues son compuestos de origen natural, abundantes, seguros, que no contaminan y aceptados por todo el público.

El objetivo de este trabajo es evaluar extractos etanólicos de eucalipto (*Eucalyptus glóbulus*), aguaribay (*Schinus molle*) y paraíso (*Melia azedarach*) como inhibidores de la corrosión del acero en medio con cloruro de sodio [4,5].

2. Experimental.

2.1 Obtención de los extractos

Los extractos de *Melia azedarach* (fruto), *Schinus molle* (fruto), *Eucalyptus globulus* (hojas), se obtuvieron por maceración. Se colocó el material vegetal seco y triturado en peso de vegetal en un volumen de etanol 96% durante 48h en agitación constante y temperatura ambiente. Luego se filtró; el sólido se puso en contacto nuevamente con etanol para una segunda extracción, mientras que el líquido filtrado se centrifugó y conservó a 4°C. Para la segunda extracción se utilizó el mismo procedimiento. Al finalizar, ambos líquidos se unificaron [5,6].

Para realizar los ensayos de capacidad de inhibición, las soluciones se prepararon incorporando 6,6 %v/v de la solución de los extractos anteriormente obtenidos a una solución de NaCl 0,05 M.

2.2 Medidas de pH de las soluciones

Los pH de las soluciones fueron medidos a fin de realizar ajustes en el pH del blanco; para ello se utilizó ácido clorhídrico.

2.3 Técnicas electroquímicas para la evaluación de la capacidad de inhibición de los extractos

Para estudiar la eficiencia de estos compuestos en la protección de los sustratos de acero se utilizaron técnicas electroquímicas.

2.3.1 Curvas de polarización

Este ensayo se llevó a cabo sobre probetas de acero de 0,28 cm² con un contra electrodo de platino y un electrodo de calomel saturado (ECS) como electrodo de referencia. Las curvas se obtuvieron al cabo de 2 y 24 h de inmersión. El rango de barrido fue de ± 250 mV oc y se utilizó una velocidad de 1 mV.s⁻¹. El electrolito soporte fue una solución de NaCl 0,5M. A partir de estas curvas se calculó la velocidad de corrosión (*I*_c). Se utilizó como blanco el mismo electrolito soporte acidificado a pH 3,1 con HCl.

2.3.2 Potencial de corrosión (*E*_c)

Para llevar a cabo la medición del potencial de corrosión se utilizaron como electrodos de trabajo probetas de acero SAE 1010 con un área de 0,28 cm², en las mismas celdas anteriores. El potencial se midió, con agitación constante contra ECS. Las medidas se realizaron en forma continua durante 4 h.

2.4 Observación mediante microscopía electrónica de barrido de los sustratos y análisis EDX

Las probetas inmersas 24 h en NaCl 0.05 M se observaron mediante microscopía electrónica de barrido (MEB). La composición de la película formada fue determinada mediante EDX.

3. Resultados y Discusión.

3.1 Medidas de pH de las soluciones

Los pH medidos en las soluciones fueron similares: 3,1 para el blanco y la solución con extracto de pimienta rosa, 3,4 con el extracto de eucalipto y 2,7 con el extracto de paraíso.

3.2 Capacidad inhibidora de los extractos

En la Tabla 1 se observa que los extractos de eucalipto y de pimienta rosa reducen la velocidad de corrosión del acero alrededor de seis veces con respecto al blanco. En el caso del extracto de paraíso no se observó una disminución significativa de *I*_c respecto al blanco.

Tabla 1 - Velocidad de corrosión del acero luego de 2 y 24 h de inmersión en las soluciones de extracto en NaCl 0,05 M.

	Blanco		Pimienta rosa		Eucalipto		Paraíso	
Tiempo (h)	2	24	2	24	2	24	2	24
<i>I</i> _{corr} (μA/cm ²)	260,0	86,8	41,4	13,9	31,1	14,6	168,9	72,9

La Figura 1 muestra las medidas de potencial de corrosión a circuito abierto para el acero inmerso en las distintas soluciones. En ella puede observarse que los valores de potencial para las probetas sumergidas en solución de eucalipto o aguaribay se encuentra desplazado hacia valores más negativos que en el caso del blanco. Esto estaría indicando que la película protectora estaría formada, probablemente, por oxi-hidróxidos de Fe. Mientras los sustratos inmersos en las soluciones con extracto de pimienta rosa y eucalipto y, asimismo el blanco, presentaron

valores de E_c constantes hasta finalizado el ensayo, los valores de E_c registrados para el sustrato inmerso en la solución con paraíso fueron desplazándose sucesivamente hacia valores más positivos respecto al blanco.

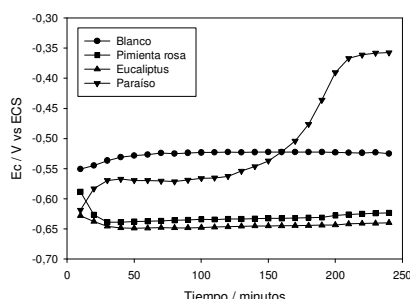


Fig. 1. Potencial de corrosión a circuito abierto sobre acero SAE 1010

3.3 Observación mediante microscopía electrónica de barrido (MEB) de las películas formadas y composición mediante EDX

En la Figura 2 se observan las micrografías electrónicas de barrido de paneles de acero luego de 24 h de inmersión en la solución sin inhibidor (a) y en soluciones que contienen los extractos.

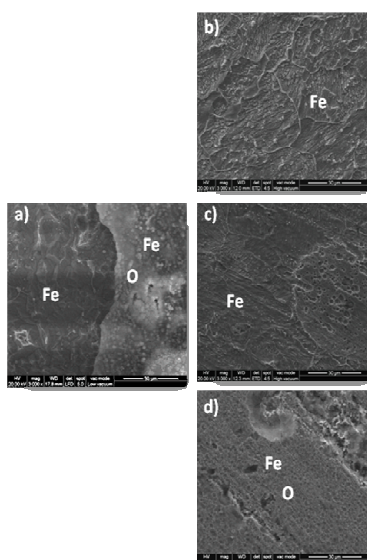


Fig. 2. Micrografía de barrido electrónico y análisis EDX de la película formada sobre un panel de acero SAE 1010 inmerso en solución etanólica al 6,6 %v/v en cloruro de sodio 0,05 M de: a) blanco sin inhibidor, b) extracto de pimienta rosa, c) extracto de eucaliptus y d) extracto de paraíso.

La superficie del sustrato sumergido en la solución sin inhibidor, estaba recubierta con una delgada película con hierro como componente mayoritario, sobre la cual se observa la formación de una película porosa formada por oxi-hidróxidos de Fe. Sin embargo, al incorporar los extractos de la pimienta rosa y del

eucaliptus a las soluciones, pudo observarse la formación de una película homogénea donde no pudo detectarse la presencia de oxígeno, y que es responsable de la baja velocidad a la que ocurre la corrosión sobre estas superficies. En el caso del paraíso, la película formada era más porosa y de composición similar a la del blanco.

Las observaciones mediante MEB concuerdan con las medidas electroquímicas realizadas, en cuanto a que las velocidades de corrosión más altas se observaron en aquellos sustratos donde las películas formadas resultaron más porosas.

4. Conclusiones.

- Los extractos acuosos de pimienta rosa y eucaliptus reducen la velocidad de corrosión del acero SAE 1010, inmerso en solución de cloruro de sodio ácida 0,05M, por lo menos seis veces respecto al blanco.
- El extracto de paraíso no redujo de la velocidad de corrosión con respecto a la solución sin inhibidor.
- La película protectora formada sobre el acero inmerso en las soluciones con extracto de pimienta rosa y eucaliptus fue de aspecto homogéneo y no se detectó la presencia de oxígeno en su estructura.
- La película formada sobre el acero inmerso en la solución con extracto de paraíso fue porosa y con presencia de óxidos de hierro. Esto hace que la película sea poco protectora
- Para todos los casos existió buena concordancia entre los resultados obtenidos por medio de las distintas técnicas de evaluación empleadas.
- Los extractos de eucaliptus y pimienta rosa podrían ser utilizados como inhibidores solubles de la corrosión del acero o bien ser incorporados en la formulación de una pintura anticorrosiva.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CICPBA) y a la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) por el apoyo recibido para el presente trabajo.

REFERENCIAS

- [1] R. Romagnoli, V.F. Vetere, Corrosion (NACE). **1995**, 51(2), 116-123.
- [2] A. Gerhard, A. Bittner, J. of Coatings Technology. **1986**, 58 (740), 59-65.
- [3] A. Bittner, J. of Coatings Technology. **1989**, 61 (777), 14-118.
- [4] M. Abdullah Dar, Ind Lub Trib. **2011**, 63 (4), 227-233.
- [5] D. Kesavan, M. Gopiraman, N. Sulochana, Che Sci Rev Lett, **2012**, 1(1), 1-8.
- [6] C. Haiying, A. G. Alonzo, N. Hiroyuki, Food Control. **2010**, 21, 1030-1036.